7 Conclusion

Les données obtenues en 1995 par l'expérience NA50 auprès du SPS au CERN, dans le cadre de la recherche expérimentale de la formation du plasma de quarks et de gluons dans les interactions entre ions lourds ultrarelativistes, ont fait l'objet de ce travail.

Outre la description de l'expérience, cette thèse contient le travail réalisé dans deux directions : l'identification du vertex d'interaction et la recherche des réinteractions de fragments, d'une part, l'extraction des sections efficaces de production du J/ψ, ψ' et du processus Drell-Yan d'autre part.

Un algorithme simple autorise l'identification du vertex d'interaction avec une efficacité supérieure à 85% (et supérieure à 92% pour la première ciblette). La recherche des événements avec réinteraction de fragments est basée sur une méthode de comparaison de forme. Elle permet d'éliminer les événements dimuons dont les quantités physiques corrélées (énergie transverse $E_\perp$, énergie longitudinale résiduelle E_{zdc}) s'en trouvent polluées. L'identification des événements avec réinteractions les plus pollueurs autorise ainsi l'utilisation de ciblettes épaisses, en garantissant une mesure propre des quantités physiques corrélées aux paires de muons.

Les sections efficaces de production des charmonia J/ψ, ψ' (via leur désintégration en paires de

Processus	Section efficace (μb)
$J/\psi \longrightarrow \mu^+\mu^-$	$21.5 \pm 0.1 \pm 1.3$ ($\pm$stat)($\pm$syst)
$\psi' \longrightarrow \mu^+\mu^-$	$0.150 \pm 0.007 \pm 0.010$ ($\pm$stat)($\pm$syst)
Drell-Yan $_{M_{\mu\mu} > 4.2 \text{ GeV}/c^2}$	$0.189 \pm 0.008 \pm 0.011$ ($\pm$stat)($\pm$syst)
Drell-Yan $_{M_{\mu\mu} > 2.9 \text{ GeV}/c^2}$	$1.485 \pm 0.023 \pm 0.088$ ($\pm$stat)($\pm$syst)

TAB. 7.2 - « *Sections efficaces de production des résonances J/ψ, ψ' et du processus Drell-Yan dans les interactions Pb-Pb à 158 GeV/c par nucléon.* »

muons) et du processus Drell-Yan dans les interactions Pb-Pb à 158 GeV/c par nucléon ont été mesurées (voir tableau 7.1), et la dépendance en énergie transverse des taux de production du J/ψ et du processus Drell-Yan a été établie. Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus pour des systèmes proton-noyau et noyau-noyau plus légers mesurés par les expériences NA51 et NA38.

La constance de la section efficace de production du processus Drell-Yan fait de ce processus une référence de choix. L'accord de la valeur du facteur $K_{\rm DY}$ mesurée dans la réaction Pb-Pb avec les résultats obtenus pour les systèmes plus légers assure de l'absence de biais dans la détermination des sections efficaces absolues.

La suppression du taux de production du J/ψ en fonction du produit $A \times B$, observée dans les réactions $p-A$ et noyau-noyau légers, s'interprète dans le cadre d'un modèle d'absorption nucléaire. La valeur expérimentale de la section efficace d'absorption σ_{abs}^{exp}, extraite des données, est compatible avec la section efficace théorique σ_{abs}^{th} calculée dans le cadre du modèle octet de couleur, qui semble décrire de manière satisfaisante le mécanisme de production des charmonia. La suppression du J/ψ s'interprète alors, en fonction de la longueur L de matière nucléaire parcourue, comme l'absorption d'un état pré-résonant dans la matière nucléaire ordinaire (non déconfinée).

La mesure de la production de dimuons dans la réaction Pb-Pb montre un surplus de suppression de la production du J/ψ par rapport à l'absorption nucléaire seule. Le spectre en énergie transverse associé au J/ψ a été comparé à un modèle basé sur le formalisme de Glauber. Le calcul, effectué en tenant compte de l'absorption nucléaire, décrit la dépendance en énergie transverse de la section efficace de production du J/ψ. La comparaison avec les données expérimentales met en évidence l'existence d'un mécanisme additionnel de suppression, qui dépend de l'énergie transverse, c'est-à-dire de la densité d'énergie atteinte dans les collisions.

Cette suppression *anormale* a été mise en confrontation avec différents modèles théoriques établis par différents auteurs. Ils décrivent la formation et l'interaction des états liés du charmonium dans un milieu non déconfiné ou déconfiné. L'interprétation hadronique décrit la suppression par une absorption des charmonia par les particules comobiles à la réaction (« *comovers* »), dont la densité ρ_{co} est fonction de l'énergie transverse. La différence essentielle avec les systèmes plus légers tient, dans cette approche, à la durée de vie plus grande des *comovers* dans un système lourd. L'interprétation de la suppression par la formation d'un plasma décrit les mesures par l'introduction d'une densité critique de participants n_p au-delà de laquelle les charmonia ne peuvent pas se former. La densité maximale atteinte dans la réaction Pb-Pb, environ 35% supérieure à celle atteinte dans la réaction S-U, permet à ce modèle de décrire la suppression mesurée.

Néanmoins, les incertitudes sur les hypothèses (mécanisme de production des charmonia, présence ou absence d'effets des *comovers*, etc.) et les paramètres utilisés par ces descriptions (valeur de la section efficace $J/\psi - n$, densité ρ_{co} de *comover*, etc.) ne permettent pas encore de trancher quant à la formation ou la non-formation du plasma de quarks et de gluons dans les interactions Pb-Pb à 158 GeV/c par nucléon.

Une meilleure statistique concernant le J/ψ et surtout le ψ' est nécessaire pour contraindre les modèles. D'autre part, l'étude de la réaction Pb-Pb à une énergie inférieure serait peut-être susceptible de mettre en évidence un effet de seuil typique d'une transition de phase. Enfin, une meilleure évaluation de la section efficace d'absorption nucléaire σ_{abs}, au cœur de ces modèles, semble être envisageable dans une expérience réalisée en cinématique inverse. Elle serait susceptible d'apporter un éclairage important sur la suppression *anormale* du J/ψ.

La compréhension des mécanismes de production et d'interaction des résonances dans la matière nucléaire dense et chaude est une étape importante dans la compéhension des réactions entre ions lourds ultrarelativistes. C'est un préalable important dans l'étude de la matière nucléaire dans les conditions extrêmes qu'autoriseront les énergies accessibles auprès du futur accélérateur LHC au CERN.